

顔画像作成用SFMにおけるバネ定数ファイルの自動作成

5C-4

楠本 宗徳

橋本 周司

大照 完

早稲田大学 理工学部

1 はじめに

顔画像の表情付けを行うのに通常は、ワイヤーフレームモデルが用いられるが、我々は、ワイヤーをスプリングに置き換えたモデルによる顔画像の表情付けの提案を行っている。^{[1][2]} スプリングを表情筋に対応させることにより、従来まで各特徴点の変位で表現されていた表情を、スプリングのパラメータ変化で表す事ができる。これにより、顔の造作の個人差による影響をあまり受けなくて眼や口の開閉を含む表情の記述が可能になると思われる。

ここでは、無表情顔画像と表情顔画像から、その表情を生成するためのバネパラメータの変化ファイルを作成する試みに付いて報告する。

2 スプリングフレームモデル(SFM)

表情筋は主として顔面の皮下に広く存在し、主に骨から起こって皮膚に停止する皮筋であって、いわゆる喜怒哀楽等の様々な表情は、この働きによるも

のである。この表情筋の筋肉システム及び骨格を参考にして図2-1に示す2次元SFMを考えた。

図2-1に示されるように、本研究では処理の対象をほぼ顔の前半分に限定し、この領域の2次元投影平面上に25個の動点と18個の不動点、合わせて43個の特徴点を設けた。主に、動点は表情を最もよく表現すると思われる点に置かれ、不動点は頭部の輪郭及び位置を決定する場所に置かれている。

このSFMで表される系の力学的平衡点は全体の位置エネルギーの極小化によって計算できるが、特徴点 P_i の座標を (x_i, y_i) とし特徴点 P_i と P_j とを結ぶスプリングの自然長を l_{ij} 、バネ定数を k_{ij} とすればこの系の全エネルギー E は次式で表される。

$$E = \sum_{i \neq j} \sum k_{ij} (L_{ij} - l_{ij})^2 \quad (2-1)$$

ただし

$$L_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$$

顔の表情はこのバネ力学系の平衡状態に対応するので、表情変化の様子は動点についての次の微分方程式で表される。

$$\begin{aligned} \frac{dx_i}{dt} &= - \frac{\partial E}{\partial x_i} \\ \frac{dy_i}{dt} &= - \frac{\partial E}{\partial y_i} \end{aligned} \quad (2-2)$$

上式の解に基づいて、原画像のテクスチャマップを行い表情付け画像を得ることができる。実際は上式を差分化して解くが、繰り返し計算によってモデルを変形させて行くため変化の途中の表情を生成することもできる。

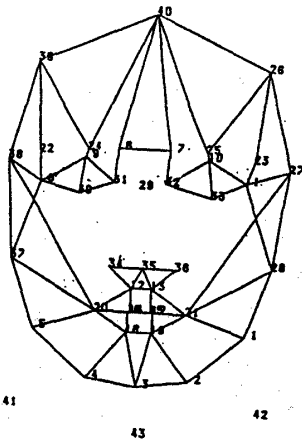


図2-1 顔面のスプリングフレームモデル(SFM)

3 顔画像の表情付け

顔画像に表情付けを行うためには、まず原画像から特徴点を抽出し、それにあわせてSFMを作る。このときの各バネの長さを自然長とする。バネ定数は表情筋の性格によって適当に定める。表情は各バネに外力が加わり伸縮することで発生するが、SFMでは外力のかわりに、バネの自然長に適当な定数 L_k を乗じて等価的に外力を加えている。従って、表情は各バネに対する L_k のセット(L_k ファイル)で記述出来る。従って、ここでの問題は与えられた表情顔を作るための L_k ファイルの自動生成である。

まず、CCDカメラで、標準画像と表情のある顔をそれぞれの人について取り込む。その後、取り込んだ画像をモニターに表示し、特徴点を図2-1の様に取る。そして、変換前と変換後のそれぞれの画像に対して、特徴点 i, j 間の距離 $d1(i, j)$ と $d2(i, j)$ を測り、次式の伸び率 R_i を計算する。

$$R(i, j) = d2(i, j) / d1(i, j)$$

次に各人の $R(i, j)$ を平均し、それを変形の際に用いる L_k ファイルとした。最後に、生成されたファイルを用いて前述の方法で顔変形を行って、実際の表情と比べた。

4 実験結果

今回は、5人のデータから L_k ファイルを作成し



図4-1 L_k ファイル作成時に用いた顔に「あ」という表情を施した画像
図4-2 L_k ファイル作成時に用いた画像

た。それらを用いて変形を行った結果は、以下の通りである。

図4-1は L_k ファイルを作成するときに用いた顔の1つを変形させたもので、図4-3は用いなかった全く別の顔の変形結果である。データの無い口中は不自然であるが、それぞれ、実際の表情顔である図4-2と図4-4を見比べると、ある程度目的の表情になっている事がわかる。同様にして「笑い」、「怒り」の様な基本的な表情の L_k ファイルも作成できる。

5 あとがき

SFMの特徴の1つに、1つの特徴点を動かすと、バネの影響で周囲の特徴点が自然に移動するということがある。このことは逆に、特徴点の移動の測定だけでは、与えられた表情顔を生成する L_k ファイルが作成できないことを表すが、ここに述べたように、特徴点間の伸び率を用いれば比較的簡単に目的の表情合成が可能であることがわかった。今回は、5人の顔から L_k ファイルを作成したが、更に多くの人の顔画像を用いる事によってより一般的な表情付けファイルを作る事ができると思われる。

参考文献

- [1]橋本、佐藤、小田、小林：スプリング・フレーム・モデルを用いた顔画像の変形処理、信州全大(1987)
- [2]橋本：知的符号化における顔表情の分析と合成、WITA'90、(1990)



図4-3 L_k ファイル作成時に用いなかった顔に「あ」という表情を施した画像
図4-4 左図の人に「あ」という表情を施してもらった画像